№ 9 Warszawa, 25 września 1937 r. Rok XV

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE.

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.

Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 12. TEL. 8-81-47.

GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

Inż. J. OBRĄPALSKI

PRACE ODDZIAŁU OGÓLNEGO STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W KATOWICACH.

Badania doraźne zaburzeń ruchu urządzeń wyciągowych kopalnianych.

W roku sprawozdawczym zanotowano dwa wypadki przejechania poziomów. Na kopalni A. w szybie głębokości 300 *m* pracuje od roku 1890 wyciąg z klatkami na 4 wozy przy szybkości przewozu węgla 14 *m/sek.* i ludzi 6 *m/sek.;* maszyna wyciągowa bębnowa z linami grubości 44 *mm* posiada dwa cylindry parowe pracujące na wydmuch przy ciśnieniu dolotowym 7 *atn*, i przyrząd bezpieczeństwa stary Baumana; droga na przejechanie dolnego poziomu w szybie wynosi zaledwie 2 *m*. Rano przy zjeździe ludzi klatka górna próżna przejechała górny poziom o 3 *m* i zatrzymała się w wieży, klatka zaś dolna uderzyła o dno szybu, kalecząc ciężko znajdujących się w niej 14 ludzi. Z wykresu prędkości tachografu Karlika wynikało, że, po ukończeniu okresu ruchu ustalonego z prędkością 6 *m/sek.*, wyciąg zaczął gwałtownie zwiększać prędkość aż do 9 *m/sek.*, następnie zaś zwolnił i stanął. Stało się wyraźnym, że maszynista po ukończeniu ruchu ustalonego dał czynny impuls pary, zamiast parę odciąć, hamować, lub nawet dać przeciwparę; mogło to nastąpić wskutek omyłki maszynisty, który nota bene przez dłuższy czas prowadził maszynę elektryczną, a maszynę parową obsługiwał tylko dorywczo. Skutkom takiej omyłki powinien był zapobiec przyrząd bezpieczeństwa Baumana, w który maszyna jest wyposażona, pod warunkiem prawidłowego działania hamulców i dostatecznej drogi przejechania. Niestety droga przejechania, wynosząca zaledwie 2 *m*, była niedostateczna i nie zapewniała należytego bezpieczeństwa dla dolnej klatki przy przejechaniu poziomu nawet przy prawidłowo działających wszystkich innych urządzeniach jak sam Bauman, hamulce i t. p. Hamulce zostały wypróbowane po wypadku i wykazały dobrą sprawność działania, gdyż przy pustych klatkach w połowie szybu pozwalały osiągnąć zwolnienie do 6 m/sek^2. Sam przyrząd bezpieczeństwa Baumana przy bliższych oględzinach wykazał natomiast duże braki: ruch krzywki zębatej poruszanej przez mufę przyrządu odśrodkowego odbywał się skokami, co wskazywało na duże luzy i wyrobienia poszczególnych części napędu obok znacznych oporów tarcia; krzywka jeszcze na odległości klatki 30 *m* od końcowej stacji zezwala na prędkości do 12 *m/sek*, a na odległości 12 *m* jeszcze do 6 *m/sek*, przebieg więc automatycznej kontroli prędkości w okresie dojeżdżania do stacji końcowej był całkowicie fałszywy; natomiast ograniczenie największych prędkości, 6 *m/sek.* dla ludzi i 12 *m/sek.* dla węgla, związane z działaniem dodatkowych dźwigni krzywki, działało prawidłowo i powodowało przy prędkości 6,5 *m/sek.* zatrzymanie maszyny na długości 3 *m*. Z powyższego opisu można było odtworzyć sobie następujący przebieg wypadku i wyciągnąć odpowiednie wnioski. Maszynista przez pomyłkę zamiast hamowania dał czynny impuls pary; po przekroczeniu prędkości 6,5 *m/sek.* mniejwięcej z 2-sekundowym opóźnieniem przyrząd Baumana uruchomił hamulce, które jednak wobec działających w tym samym kierunku ciężarów ludzi i liny oraz nacisku pary nie zdołały zatrzymać maszyny na przestrzeni pozostałej wolnej drogi. Dla uniknięcia w przyszłości podobnych wypadków zalecono pogłębić szyb dla uzyskania dostatecznej drogi na przejechanie, doprowadzić do zupełnego porządku i wyregulować przyrząd Baumana, wreszcie doprowadzić hamulce do takiego stanu, aby przy nacisku pary odpowiadającym rozruchowi i skierowanym w stronę opuszczanego ciężaru wykazywały z pewnym zapasem dostateczną niezawodność hamowania.

Podobne wypadki notowaliśmy już poprzednio dla nieco zmienionych warunków;

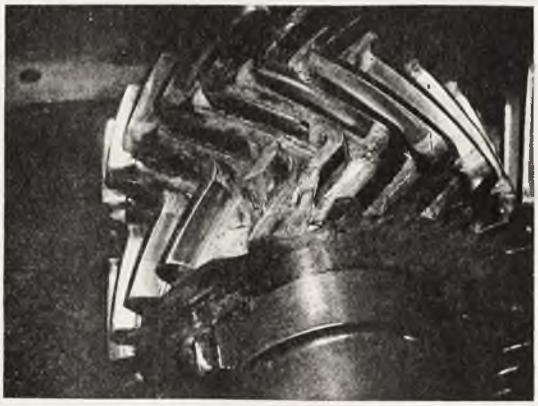
jeżeli dla pewnych celów ruchowych klatka idąca z dołu zostaje zatrzymana na odległości kilkunastu metrów od górnego poziomu, to przy dalszej jeździe do góry maszynista przez omyłkę czasem rusza z nadmierną siłą, osiąga przy tym prędkość, której na małej pozostałej drodze nie są zdolne opanować zwykłe przyrządy bezpieczeństwa i hamulce. Przyrząd bezpieczeństwa posiada małą dokładność i małą siłę przestawiania organów kontrolujących przy małych prędkościach, opóźnienie jego działania, t. j. czas, który upływa od chwili przekroczenia prędkości zadanej do chwili rozpoczęcia działania wszystkich środków jej zmniejszenia (hamowanie, przeciwpara) wynosi ok. 2 sekund, w tym czasie zaś maszyna rozpędza się dalej i przebiega znaczną drogę. Dla uniknięcia podobnych wypadków na ostatnim odcinku jazdy należy stosować przy dźwigniach sterujących urządzenia blokujące, zezwalające na stosowanie minimalnych nacisków dodatnich pary, lub nacisków większych tylko po przezwyciężeniu dużych oporów dodatkowych sprężyn blokujących urządzeń. Przy kilku starych przyrządach bezpieczeństwa stwierdzono, iż zaczynają one uruchamiać dźwignie kontrolujące prędkość wyciągu dopiero, gdy prędkość ta przekracza 3 do 4 *m/sek.*



Rys. 1. Koła zębate maszyny wyciągowej.

Na kopalni B. zaszedł wypadek przejechania poziomów wskutek chwilowej dezorganizacji obsługi. Dla przeprowadzenia naprawy regulatora jazdy odłączono go od maszyny wyciągowej, jednocześnie zaś w takim stanie wykonano kilka jazd potrzebnych dla naprawy w szybie. Po ukończeniu remontu regulatora jazdy maszynista ustawiał klatki na skrajnych poziomach celem połączenia regulatora z maszyną; w tym czasie wszedł do sali maszynowej dozorca, który wszczął sprzeczkę z maszynistą i doprowadził go do takiego zdenerwowania, iż ten przejechał nadszybie z prędkością ok. 3 *m/sek.* i wyciągnął górną klatkę pod same koła linowe, gdzie została ona zatrzymana przez zwężone kierowniki, następnie zaś po zluźnieniu liny opadła na automatyczne pochwyty z wieży; klatka dolna zatrzymała się w szybie na belkach kierowniczych liny wyrównawczej, nastąpiło przytem niewielkie zgięcie trzona zawiesia tej liny pod klatką.

Na kopalni C. pracuje od roku 1931 wyciąg kubłowy pędzony maszyną bębnową z podwójną przekładnią zębatą i silnikiem asynchronicznym. Już w roku 1933 zęby dwudaszkowe przekładni przy bębnach uległy wyłamaniu, a jako przyczynę wyłamania stwierdzono nieodpowiedni kształt podstawy zęba i nieodpowiedni materiał; wypadek ten był dokładnie opisany w sprawozdaniu Dozoru Kotłów za rok 1934 na str. 87. Zmieniono



Rys. 2. Koła zębate maszyny wyciągowej.

wtedy przekładnię uszkodzoną, druga przekładnia pracowała jednak nadal. W dniu wypadku z rana podczas wydobycia węgla maszynista usłyszał stuk w przekładni zębatej od strony silników. Przy oględzinach stwierdzono wyłamanie kilku zębów na małych kołach tej przekładni i po wygładzeniu powierzchni nadłamanych zębów maszyna pracowała jeszcze ok. 2-ch godzin, po czym została zatrzymana dla kontroli i gruntowniejszej naprawy. Przy oględzinach stwierdzono co następuje. Duże koło zębate wału pośredniego pędzone jest jednym z dwóch małych kół zębatych osadzonych na osiach silników elektrycznych; zwykle pracuje jeden silnik, drugiego sprzęgło jest odłączone, lecz jego kółko zębate pozostaje w sprzężeniu z dużym kołem i umożliwia działanie hamulca na oba wały motorowe. W przednim małym kole zębatym końce dwóch zębów zostały wyłamane, jeden z nich dostał się między zęby kół, kalecząc kilkanaście innych zębów i powodując prawdopodobnie wyłamanie końca zęba tylnego małego koła. Miejsca wyłamanych zębów wykazują stary złom muszlowy, spowodowany stopniowym powolnym przemęczeniem materiału; Podstawa zęba nie posiada zaokląglenia, lecz ostre podcięcie, to też złom zaczyna się w tym podcięciu, stanowiącym

karb, i przebiega dalej pod kątem ok. 40° do stycznej wgłąb ciała piasty, co jest widocznym na 2 fotografiach (rys. 1 i 2). Z charakteru uszkodzenia widać, że działały tu te same przyczyny, co i parę lat temu przy pierwszej przekładni, gdyż obie one posiadały te same błędy konstrukcyjne. Ze względów ruchowych praca przekładni z wyłamanymi zębami odbywała się jeszcze przez parę tygodni aż do chwili nadejścia kół zapasowych o ulepszonej konstrukcji.

Z kolei należy zanotować dwa wypadki przy kołowrotach na upadowych pod ziemią, spowodowane niedostatecznym dozorem urządzeń mechanicznych. Na kopalni D pracuje kołowrót dwucylindrowy powietrzny z pojedyńczą przekładnią zębatą i bębnem o średnicy 400 *mm;* na osi bębna osadzone jest na klinie większe koło zębate przekładni, a na nim umocowany wieniec hamulca. Na każdym z dwóch poziomów obsługiwanych przez kołowrót jeden robotnik przypinał do końca liny wózki. Przy wyciąganiu pełnych wozów do góry wozy w połowie jazdy zatrzymały się i zaczęły ze wzrastającą prędkością staczać się z powrotem na dół, gdzie uderzyły o zaporę końcową, przygniatając przy tym robotnika. Przy oględzinach kołowrotu okazało się, że rowek klina koła zębatego na wale bębna był już nadmiernie wyrobiony, klin był luźny, wysunął się w czasie jazdy, odprzęgając w ten sposób bębny od silnika i od hamulca.

Na kopalni E. pracuje kołowrót bębnowy pędzony pojedyńczą przekładnią zębatą przez silnik elektryczny; małe koło zębate posiada zęby skórzane, hamulec znajduje się tylko na wale tego koła. Podczas wyciągania czterech pełnych wozów raptem wozy zatrzymały się i zaczęły staczać się ze wzrastającą prędkością na dół; na dole wozy zatrzymały się na zaporze, bęben jednak obracał się dalej i odwijał linę z początku, następnie nawijał ją w drugim kierunku. Oględziny wykazały, iż wypadek nastąpił wskutek wyłamania kilku zębów małego koła, spowodowanego przez zluzowanie śrub zakotwienia silnika i odsunięcia się tegoż od bębnów.

Badania zaburzeń ruchu różnych urządzeń.

Na kopalni F. zastosowano na poziomie 620 *m* przewóz lokomotywami elektrycznymi w dużych wozach po liniach o dużym spadku. Pojemność wozu wynosi 3,3 *ton,* waga własna 1,5 *ton,* wysokość 1,26 *m,* szerokość 1,6 *m,* długość 3,4 *m,* średnica koła 0,37 *m,* rozstęp osi 1,1 *m,* szerokość toru 1 *m.* Pociąg zawierający 20 takich wozów, jest ciągniony przez lokomotywę elektryczną czterokołową wagi 15 *ton,* długości 5,5 *m,* o sile pociągowej 3,8 *ton* przy prędkości 16 *km/godz.* i mocy godzinowej łącznej dwóch silników elektrycznych 165 *kW.* Lokomotywa przeznaczona jest do jazdy po spadkach do 4,5%, to też posiada hamulce mechaniczne i elektryczne, prócz tego zaś 4 trzewiki elektromagnetyczne na szynach, rozwijające dodatkową siłę przyciągania 14 *ton* i zwiększające w ten sposób ciężar adhezyjny lokomotywy i siłę hamowania; przy hamowaniu silniki odłączone od sieci pracują na opory dodatkowe i zasilają elektromagnesy szynowe; nastawnica lokomotywy posiada sześć kontaktów dla połączenia szeregowego silników, pięć dla równoległego i siedem dla hamowania. Wozy posiadają własne hamulce ręczne.

Długość kolejek dla dużych wozów na poziomie 620 *m* wynosi ok. 5 *km,* spadki przekraczają niekiedy 4%. Niezawodność ruchu tego przewozu związana jest ściśle z dobrą organizacją i prawidłowym działaniem hamulców. W pierwszym roku ruchu kolejki niestety zdarzył się wypadek wykolejenia pociągu ładowanego na dużym spadku. Pod szyb jechał pociąg z 12 pełnych wozów niehamowanych i lokomotywy; na lokomotywie jechał na przodzie maszynista z robotnikiem, z tyłu zaś sztygar oddziałowy. Jednotorowa linia posiada ku szybowi spad średni 4%. Na odległości ok. 1½ *km* od szybu na odcinku mniej pochyłym odczepiło się 9 ostatnich wozów, czego maszynista nie zauważył; po wjechaniu na dalszy bardziej pochyły odcinek toru maszynista zaczął hamować lokomotywę elektrycznie, w tym czasie jednak odczepione wozy dobiły do pociągu i zaczęły go coraz bardziej rozpędzać. Maszynista uruchomił magnesy i ręczny hamulec oraz zaczął sypać piasek, wszystko to jednak nie pomogło, koła lokomotywy ślizgały się po mokrych szynach, pociąg rozpędzał się coraz bardziej. Robotnik zeskoczył w biegu z lokomotywy i dotkliwie potłukł się o ścianę chodnika. W końcu lokomotywa w pobliżu szybu wyskoczyła z szyn na zakręcie, wozy za nią spiętrzyły się i porozbijały. Sztygar uległ ciężkiemu potłuczeniu, maszynista wyszedł z wypadku



Rys. 3. Podpora kozła oporowego.

cało. Wypadek był spowodowany prowadzeniem po spadku pociągu bez hamowania wozów; pierwotnie wozy hamowano, lecz wskutek nadmiernego działania hamulców w wielu wypadkach koła wozów były nieruchome i ich wieńce ścierały się przy tym na płasko, co powodowało w następstwie bicie szyn i ich pękanie, zamiast wyregulować hamulce wozów zaniechano ich hamowania i ograniczono się do hamowania samej lokomotywy. Ponieważ zawiodły i sprzęgła między wozami, wypadek stał się nieuniknionym. Dla ruchu po tak dużych spadkach konieczne jest dobre hamowanie wozów, ostrożna jazda, prócz tego zaś umieszczanie na odpowiednich odległościach, obsługiwanych zdala, przeszkód dla spowodowania wykolejenia i zatrzymania rozpędzonego pociągu. Przy wzrastającej obecnie tendencji dojeżdżania lokomotywą do



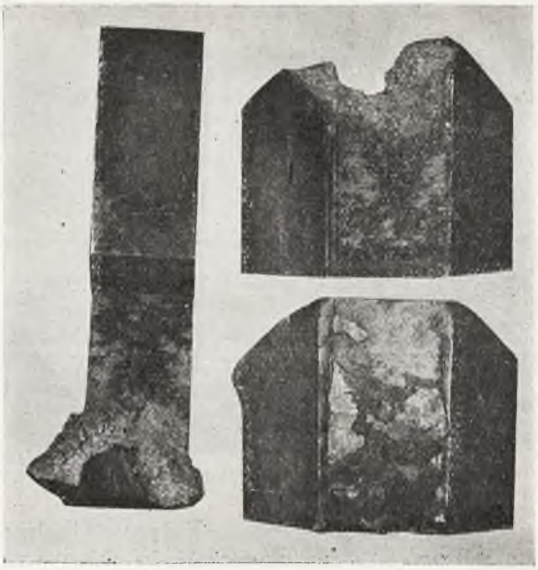
Rys. 4. Złamany kozioł oporowy.

samych wyrobisk po dużych spadkach dobra organizacja obsługi pociągu i niezawodne hamulce przy wozach stanowią konieczny warunek powodzenia i bezpieczeństwa.

Drugi przykład zastosowania przewozu dołowego w wozach o dużej pojemności stanowi kopalnia G. Pojemność woza wynosi 2,45 *ton*, waga własna 1,12 *ton*, wysokość 0,96 *m*, szerokość 1,35 *m*, długość 2,82 *m*, średnica koła 0,36 *m*, rozstęp osi 0,8 *m*, szerokość toru 1,05 *m*. Linie posiadają spadki do 8%, pociągi pełne zjeżdżają w dół ku szybowi. Pociągi składają się z 15 wozów i lokomotywy. Lokomotywa pobiera prąd 220 *V* z drutu ślizgowego, posiada jednak na sobie bęben z przewodem izolowanym giętkim, zapomocą którego może być zasilana na długości ok. 200 *m* na odcinkach kolejki dochodzących do samych wyrobisk i nieposiadających przewodu górnego zasilającego. Lokomotywa waży 14 *ton* i rozwija siłę pociągową 3,1 *ton* przy szybkości 8,4 *km/h* i mocy godzinowej dwóch silników 76 *kW*. Nastawnica posiada 5 kontaktów dla połączenia silników szeregowo i 3 dla równoległego; hamowanie wyłącznie mechaniczne. Przy jeździe pociągu pełnego do szybu połowa wozów posiada przyciągnięte hamulce mechaniczne.

Dla porównania taboru powyższego z taborem zwykłym małej pojemności podajemy dane charakteryzujące średnią wielkość wozów i lokomotyw. Pojemność 0,65 *ton*, waga własna 0,42 *ton*, wysokość 1 *m*, szerokość 0,8 *m*, długość 1,6 *m*, średnica koła 0,32 *m*, rozstęp osi 0,4 *m*, szerokość toru 0,6 *m*. Pociąg składa się z 40 wozów, lokomotywa wagi 6,8 *ton* rozwija siłę pociągową 1,02 *ton* przy szybkości 12 *km/h* i mocy godzinowej silników 37 *kW*.

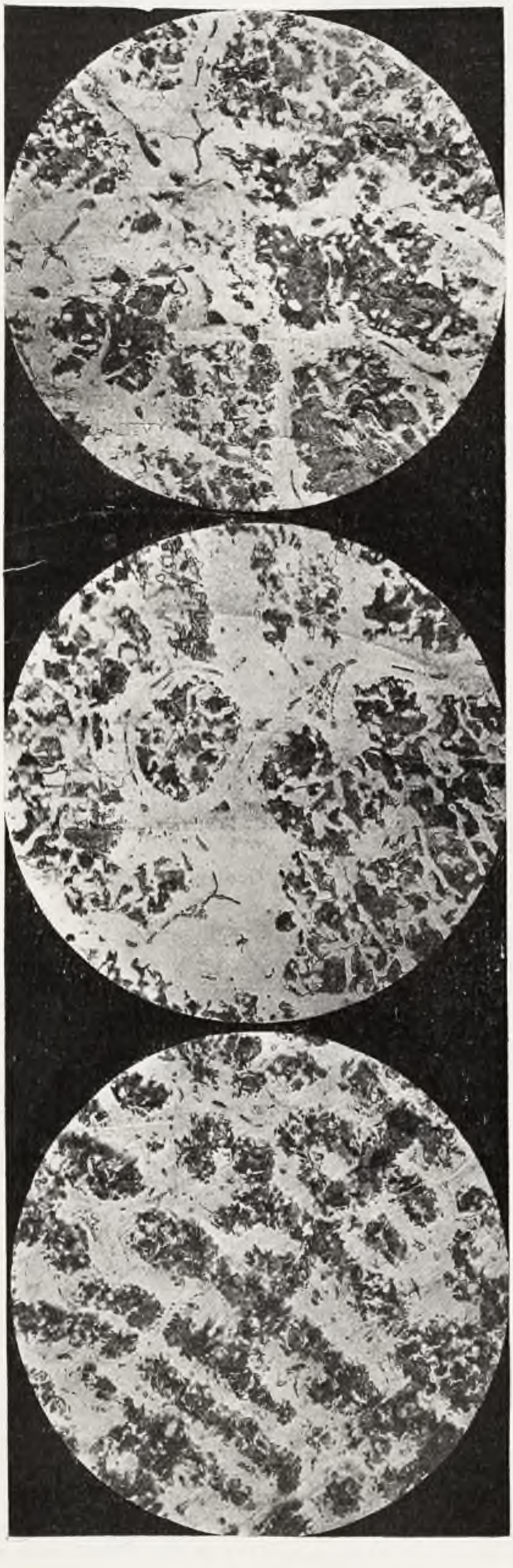
Ciekawy wypadek uszkodzenia konstrukcji



Rys. 5. Złomy cepów młyna węglowego x 1/2.

drewnianej nieprawidłowo obliczonej zaszedł na kopalni H. Z kopalni tej prowadzi kolejka napowietrzna linowa długości ok. 7 *km* do ładowni węglowej na Przemszy. Kolejka podzielona jest na odcinki, dla których lina nośna jest z obu końców zamocowana na koźle oporowym drewnianym. W koźle takim pochyła podpora służy do przyjęcia naciągu poziomego liny, obliczonego na 36 *ton*. Podpora pochyła składa się z 2-ch belek okrągłych okorowanych sosnowych impregnowanych powierzchownie; długość belek 6,5 *m*, średnica obliczeniowa 22 *cm*. Belki połączone są ze sobą zespórką drewnianą w połowie ich długości, prócz tego zaś w tym miejscu chwycone są w jednej płaszczyźnie lekkimi kleszczami drewnianymi i posiadają na powierzchni zacięcia dla zespórki i kleszczy. Podczas ruchu kolejki obie belki stanowięce podporę uległy złamaniu w połowie długości, wskutek czego ściana maszynowni oraz niektóre urządzenia stacji końcowej uległy uszkodzeniu, a wózki kolejki i liny osiadły na ziemi na odcinku ok. 2 *km*. Przy badaniu obliczenia statycznego kozła oporowego wykryto błąd obliczeniowy, polegający na tem, iż do obliczenia na wybo-

czenie pochyłej podpory przyjęto jako długość wyboczeniową tylko połowę długości rzeczywistej podpory, pomimo iż belki w połowie długości swojej nie były zamocowane; w rzeczywistości długość wyboczeniowa równa była całej długości belek, smukłość ich znacznie większa i naprężenia przekraczające 180 *kg/cm²*, wobec dopuszczalnych dla tego gatunku drzewa najwyżej 80 *kg/cm²* i bez uwzględnienia działania osłabiającego nacięć na powierzchni belek (rys. 3 i 4).



Rys. 6, 7 i 8. Szlify materiału cepa x 50.

Wypadkowi śmiertelnemu uległ na kopalni I. robotnik zajęty przy czyszczeniu komory prażalnej urządzenia do wytlewania smoły z węgla, przybudowanej do paleniska rusztowego kotła parowego. Komora posiada



Rys. 9. Ogniwo zawiesia klatki x 2/3.

przekrój prostokątny o wymiarach ok. 1x3 *m* i wysokość ok. 3 *m;* z góry wsypuje się węgiel, przez węgiel ten przepływają gazy, które następnie po ochłodzeniu oddają smołę; w dolnej warstwie węgiel spoczywa już na ruszcie łańcuchowym kotła i stopniowo wchodzi do właściwego paleniska kotłowego. W komorze prażalnej w strefie wydzielania smoły z węgla węgiel zlepia się, tworzy bryły i przypieka się często do ścian komory, tamując dopływ górnych warstw, przypieczone bryły trzeba usuwać zapomocą drągów żelaznych wprowadzanych do komory przez włazy w dolnej lub górnej części komory. Wypadek nastąpił w chwili, gdy robotnik wchodził przez dolny właz do komory i gdy nieszczęśliwym zbiegiem okoliczności oderwała się z górnej części komory duża bryła spieczonego węgla i spadła mu na głowę, łamiąc podstawę czaszki. Dla zapobieżenia w przyszłości podobnym wypadkom należy czyścić wnętrze komory od góry, zachowując przy tym wszelkie środki ostrożnoś-

ci stosowane przy podobnych zbiornikach, a dolnym włazem posługiwać się dopiero po zupełnym usunięciu z góry przypieczonych do ścian brył węgla.





Rys. 10 i 11. Rozłożenie siarki.

Na kopalni K. nastąpiło silne uszkodzenie osłony młyna do mielenia węgla wskutek wad materiału cepów wirnika. Cepy wymienne wykonane ze stali lanej ulegały złamaniu u nasady. Złomy z widocznymi dziurami i po-



Rys. 12. Szlif spawu. Pęcherze i przerwy x 50.



Rys. 13. Szlif spawu. Siatka tlenków x 50.

rami przedstawione są na załączonej fotografji (rys. 5). Stal posiada następujący skład chemiczny:

C	*Grafit*	*Mn*	*Si*	*P*	*S*	*Cr*	*W*	*Ni*
0,41	0	0,53	0,29	0,134	0,112	0	0	0



Rys. 14. Szlif spawu. Nawęglenia x 100.

W miejscu złamania pobrano szlif i poddano go badaniom mikroskopowym. Prawie na całym przekroju są widoczne liczne drobne pęknięcia, (rys. 6), likwację PS uwidoczniono na następnym zdjęciu, (rys. 7.) jest ona



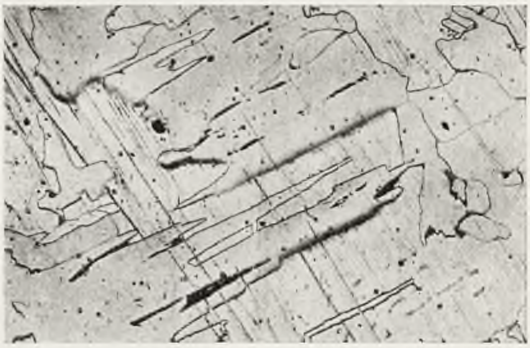
Rys. 15. Szlif spawu. Utlenienia x 100.

wytłumaczona dużą obecnością tych pierwiastków w materiale; poza tym dość dużą niejednorodność dendrytyczną przedstawia



Rys. 16. Szlif spawu. Gruboziarnistość x 100.

zdjęcie ostatnie (rys. 8). Na podstawie wyników powyższych stwierdzono, że odlew stalowy posiada dużą zawartość fosforu i siarki,



Rys. 17 Szlify materiału po za spawem.

sam materiał jest źle wyrobiony, co widać w skupieniach tlenu, który wyparł węgiel w czyste strefy dendrytów pierwotnych. Odlew o tak dużych dziurach w materiale musiał przy pracy ulec złamaniu.

Na kopalni L. przy podciąganiu do góry klatki wyciągowej naładowanej węglem pękło ogniwo łańcucha zawiesia tej klatki. Ogniwo grubości 35 *mm* pękło w miejscu zagięcia, co widać na rysunku 9, pęknięcie nastąpiło na spawie. Przy badaniu ogniwa stwierdzono co następuje. Powierzchnia ogniwa jest silnie skorodowana, powierzchnia złomu zawiera zendrę. Obraz rozłożenia siarki na szlifach poprzecznym i podłużnym podają rys. 10 i 11. Przedstawiony na rys. 11 obszar zmniejszonej koncentracji siarki dowodzi, że pęknięcie nastąpiło w miejscu spawania ogniwa. Analiza mikroskopowa szlifów spoiny wykazuje obok licznych pęcherzy i nieciągłości (rys. 12) jeszcze liczne tlenki w formie siatki (rys. 13), co dowodzi, że przy podgrzewaniu do spawania nastąpiło utlenienie styku spoiny z równoczesnym wnikaniem tlenu do wnętrza. Dobre spojenie materiału o tak silnie utlenionych stykach jest niemożliwe i daje w rezultacie nie spojenie, a zlepienie. Dalszym błędem spoiny było lokalne nawęglenie powierzchni styków (rys. 14). Jak daleko posunięte było utlenienie okolicy spojenia można wywnioskować z rys. 15. Gruboziarnistość spoiny była również powodem obniżenia wytrzymałości ogniwa (rys. 16). Budowa materiału w miejscach zdrowych pokazana jest na rys. 17, a największy stopień zażużlenia na rys. 18. Udarność na próbkach Mesnagera



Rys. 18 Szlify materiału po za spawem.

z miejsca zdrowego wynosiła 15,6 *mkg/cm*². Z powyższego widać, że błędy spawu były wynikiem nieumiejętnego spawania. Badania metalograficzne dotyczące dwóch ostatnich wypadków wykonane były w Zakładzie Badawczo-Doświadczalnym Huty Baildon.

Inż. T. MARYAŃSKI

PRACE ODDZIAŁU CIEPLNEGO STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W KATOWICACH.

(Por. Technika Cieplna 1937. str. 117)

Ekspertyzy w sprawach wody.

Kwestia wody do zasilania kotłów w wielu jeszcze zakładach pozostawia dużo do życzenia. Podczas gdy w krajach, gdzie zagadnienie wody jest należycie doceniane, sprawa nietworzenia się twardego kamienia w kotłach większych zakładów przestała już być problemem i całą uwagę skierowano na inne zjawiska, związane z jakością wody, to u nas w dalszym ciągu jeszcze w wielu kotłach występuje twardy kamień, usuwany mechanicznie. Nierzadko przy rewizjach kotłów znajduje się w walczakach kamień znacznej grubości. Pomimo tych trudności, wywołanych złą jakością wody zasilającej, zakłady w niedostatecznej mierze korzystają z doświadczenia Stowarzyszenia Dozoru Kotłów Parowych. Należy podkreślić, że warunki wodne w Zagłębiu Węglowym są naogół ciężkie, ponieważ cały szereg zakładów jest zmuszony korzystać z wód całkowicie lub częściowo, pochodzących z kopalń.

Dla przykładu podajemy w rubryce *a* poniższej tabeli analizę wody surowej, służącej po odmiękczeniu wapnem i sodą jako woda dodatkowa razem z kondensatem z turbin do zasilania kotłów parowych w pewnej kopalni węgla na G. Śląsku.

Wodę surową charakteryzuje duża ilość soli rozpuszczonych; pozostałość po wyparce wynosi 2474,6 *mg/l*, co odpowiada gęstości ok. 0,25° Bé. Ponieważ przy odmiękczaniu ilość soli rozpuszczonych ulega niewielkim zmianom i przeważnie jeszcze wzrasta, zatem powyższą wodą po odmiękczeniu nie można byłoby zasilać nowoczesnych kotłów, bardziej wrażliwych na gęstość wody. Z rubryki b widać, że proces odmiękczania wody przy pomocy wapna i sody prowadzony jest wadliwie; przede wszystkim rzuca się w oczy duży wzrost pozostałości po wyparce, co wskazuje, że nadmierna ilość odmulin z kotła wpuszczana jest do aparatu odmiękczającego. Oprócz tego odmiękczenie jest niedostateczne, ponieważ woda za aparatem odmiękczającym ma wysoką twardość całkowitą 18,88° niemieckich.

Z powodu złego przygotowania wody dodatkowej, woda kotłowa (rubryka c) posiada dużą gęstość ok. 0,75° Bé i znajduje się w stanie nasycenia solami wapnia i magnezu, które wypadają przy dalszym zagęszczaniu. Ze

		Woda surowa a	Woda odmiękczona b	Woda kotłowa c
Pozostałość na filtrze po prażeniu	mg/l	6,28	61,6	86,1
Gęstość	°Bé	—	0,59	0,98
Pozostałość po wyparce	mg/l	2474,6	4665,4	7491,2
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	mg/l	1,3	1,8	0,3
CaO	mg/l	178,1	162,5	58,8
MgO	mg/l	130,8	18,8	18,6
SiO_2	mg/l	6,4	0,0	0,0
Cl	mg/l	475,5	1021,0	1722,5
SO_3	mg/l	898,0	1649,5	2588,0
CO_2 (związane prócz sody)	mg/l	57,2	—	—
Alkaliczność względem fenolftaleiny p	$cm^3/100$	—	0,7	0,6
Alkaliczność względem metyloranżu m	$cm^3/100$	—	1,1	1,15
$Na + Na_2O$ (z obliczenia)	mg/l	690,6	1731,5	3027,0
$NaOH$	mg/l		12,0	2,0
Na_2CO_3	mg/l		42,4	58,2
$NaHCO_3$	mg/l		—	—
Reszta niewykryte	mg/l	36,7	22,9	15,8
Liczba alkaliczności $\left(NaOH + \frac{Na_2CO_3}{4,5}\right)$	mg/l		21,4	14,9
Utlenialność wody w $mgKMnO_4/l$	mg/l	11,6	12,1	15 3
Twardość całkowita	°niem	36,13	18,88	8,48
Twardość wapniowa	°niem	17,81	16,25	5,88
Twardość magnezowa	°niem	18,32	2,63	2,60
Twardość weglanowa	°niem	7,28	—	—
Twardość stała	°niem	28,85	—	—

względu na niską liczbę alkaliczności 14,9 *mg NaOH/l*, związki wapnia i magnezu wypadają pod postacią twardego kamienia, który jest okresowo mechanicznie usuwany.

Jako drugi przykład mogą posłużyć kotły w pewnej elektrowni zasilane mieszaniną kondensatu z turbin z dodatkiem destylatu uzyskiwanego w instalacji wyparkowej. Do zasilania wyparek używano wodę odmiękczoną przy pomocy wapna i sody. Twardość destylatu z wyparek wynosiła ok. 0,2° niem; kamień w kotłach nie tworzył się, lecz występowały korozje wnętrza kotłów, spowodowane obecnością tlenu O_2 w wodzie dodatkowej 0,2 — 0,3 *mg/l*.

Ponieważ instalacja wyparkowa nie funkcjonowała należycie, gdyż uzyskiwano twardy i natleniony destylat kosztem znacznych ilości pary, elektrownia przeszła na zasilanie kotłów kondensatem z dodatkiem wody odmiękczonej wapnem i sodą.

Wodę zasilającą odgazowywano chemicznie przez dodawanie siarczynu sodu Na_2SO_3. Po ok. 1½ rocznym zasilaniu wodą odmiękczoną zauważono w kotłach warstwę bardzo twardego kamienia o grubości ok. 0,5 *mm*. Wyniki analiz wody surowej, odmiękczonej, kotłowej i kamienia kotłowego podano niżej w tabeli.

		Woda surowa	Woda odmiękczona	Woda kotłowa
Pozostałość na filtrze po prażeniu	mg/l	0,6	2,64	6,12
Gęstość	°Bé	—	0,04	0,11
Pozostałość po wyparce	mg/l	342,6	—	1028,0
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	mg/l	0,9	0,20	0,07
CaO	mg/l	117.1	1,28	1,45
MgO	mg/l	32,6	0,33	0,39
SiO_2	mg/l	10,8	8,62	14,55
Cl	mg/l	11,0	11,72	51,00
SO_3	mg/l	44,8	40,30	211.00
CO_2 (związane)	mg/l	100,0	—	—
Alkaliczność względem fenolftaleiny p	$cm^3/100$	—	1,6	8,8
Alkaliczność względem metyloranżu m	$cm^3/100$	—	2,6	9,9
$NaOH$	mg/l	—	21,0	308,0
Na_2CO_3	mg/l	—	106,0	116,6
Liczba alkaliczności		—	47,6	333,9
Utlenialność w $mgKMnO_4/l$	mg/l	11,5	3,78	11,5
Twardość całkowita	°niem	16,32	0,17	0,2
Twardość wapniowa	°niem	11,77	0,13	0,14
Twardość magnezowa	°niem	4.55	0,04	0,06
Twardość węglanowa	°niem	12,80	—	—
Twardość stała	°niem	3,52	0,17	0,2

Analiza wody surowej wykazała obecność krzemionki SiO_2 w wodzie surowej 10,8 *mg/l* i 8,62 *mg/l* w wodzie odmiękczonej. W wodzie kotłowej zachodzi, jak widać z koncentracji anjonu $Cl. \frac{51}{11,72} = 4,35$-cio krotne zagęszczenie wody odmiękczonej, a więc woda kotłowa powinna zawierać SiO_2: 8,62 x 4,35 = 37,55 *mg/l*. Ponieważ woda kotłowa zawiera SiO_2 14,55 *mg/l*, przeto ilość krzemionki, która wypadła z 1 litra wody kotłowej wynosi 37,55 — 14,55 = 23 *mg/l*. Krzemionka wypadała w kotle z roztworu wodnego, wiążąc się ze składnikami twardości szczątkowej i tworząc kamień, którego głównymi składnikami są, jak wykazuje analiza, krzemiany wapnia i magnezu oraz węglan wapnia. Proces tworzenia kamie-

Analiza techniczna kamienia kotłowego

$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	%	11,22
CaO	%	33,80
MgO	%	7,91
SiO_2	%	35,22
CO_2	%	9,49
Cl	%	0,64
SO_2	%	0,38
$Na + Na_2O$ (z obliczenia)	%	0,77
Razem	%	99,41

nia krzemionkowego zachodził mimo utrzymywania w kotle liczby alkaliczności ok. 330 *mg/l* i intensywnego odmulania kotłów.

Celem uniknęcia tworzenia kamienia i strącenia twardości szczątkowej, postanowiono do wody odmiękczonej dodawać trójfosforan sodowy Na_3PO_4 i utrzymywać stałą zawartość fosforanów w wodzie kotłowej. Przez dodanie Na_3PO_4 z twardości szczątkowej tworzy się niekrystaliczny fosforan wapnia, którego znaczna część zostanie zatrzymana przez filtry, a reszta wypadnie w kotle pod postacią mułu; natomiast krzemionka, doprowadzona w wodzie dodatkowej, zwiąże się z alkalicznym Na_3PO_4 tworząc łatwo rozpuszczalny krzemian sodu Na_2SiO_3 lub też pozostanie w stanie koloidalnym. Dodawanie fosforanu należy przeprowadzić przed filtrem w tym celu, aby strącone produkty twardości szczątkowej osiadły na filtrze. W omawianym wypadku było to niemożliwe, ponieważ filtr aparatu był wbudowany w górną część zbiornika reakcyjnego. Chcąc więc dozować fosforan przed filtrem, należałoby wprowadzić go do zbiornika reakcyjnego, co pociągnęłoby za sobą duży rozchód fosforanu i dlatego zdecydowano się dozować fosforan za filtrem aparatu. Przebieg reakcji strącania twardości szczątkowej fosforanem zachodzi w dodatkowym zbiorniku, po czym woda przechodzi przez drugi filtr żwirowy.

W innej elektrowni wystąpiły korozje podgrzewaczy wody zasilającej. Do zasilania kotłów stosowano kondensat z turbin z dodatkiem destylatu z wyparek. Woda zasilająca była odtleniona w odgazowywaczach próżniowych, zabudowanych przed pompami zasilającymi. Po zbadaniu okazało się, że kondensat z turbin był bardzo mało natleniony (poniżej 0,05 mgO_2/l); woda z wyparek też zawierazowywaczami zawierała mało tlenu, natomiast ła tylko ślady tlenu; również woda przed odgawoda za odgazowywaczami zawierała ok. 0,2 *mg/l*. Należy zaznaczyć, że w wymienionym wypadku korozje przy tej ilości tlenu były znaczne, gdyż woda zasilająca nie była alkaliczna. Ponieważ okazało się potem, że uszczelnienie odgazowywaczy jest niemożliwe, zostały one zatrzymane natomiast postanowiono poczynić środki zapobiegające natlenianiu wody zasilającej przez stosowanie poduszek parowych w zbiornikach wody, zasysaniu powietrza w kołnierzach rur ze spływem wody itp. Dzięki powyższym zabiegom ilość tlenu w wodzie zasilającej spadła do 0,05 *mg/l* i na tym poziomie utrzymywała się przez dłuższy okres czasu, przy czym korozji nie zaobserwowano. Po pewnym czasie ilość tlenu wzrosła do ok. 0,1 *mg/l* i powtórnie wystąpiły zjawiska korozji, co potwierdziły badania wody kotłowej, w której znaleziono znaczne ilości żelaza, przy czym woda była o kolorze czerwonawo-rdzawym. Powyższe fakty skłoniły elektrownię do chemicznego odgazowania wody zasilającej przez dodawanie siarczanu sodowego Na_2SO_3 wraz z ługiem sodowym $NaOH$, celem uzyskania alkaliczności wody w kotle.

Korozje spowodowane obecnością wolnego dwutlenku węgla w wodzie obiegowej.

Jedna z fabryk chemicznych używa wodę ze studni do chłodzenia kondensatorów powierzchniowych. W ruchu zachodziły zjawiska korozji żelaznych rurociągów i osadzania brunatnych gąbczastych osadów. Po zanalizowaniu wody (patrz poniższa tabelka) okazało się, że odczyn jej jest kwaśny ($P_H = 6{,}0$) ze względu na dużą zawartość dwutlenku węgla CO_2 w ilości 123 *mg/l*.

Pozostałość na filtrze po prażeniu		*mg/l*	3,5
Pozostałość po wyparce		*mg/l*	212,7
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$		*mg/l*	23,5
CaO		*mg/l*	27,3
MgO		*mg/l*	21,1
SiO_2		*mg/l*	9,8
Cl		*mg/l*	10,7
SO_3		*mg/l*	73,5
CO_2 (związane, prócz sody)		*mg/l*	17,6
$Na + Na_2O$ (z obliczenia)		*mg/l*	25,8
Utlenialność w $mgKMnO_4/l$		*mg/l*	6,62
Twardość	całkowita	^{0}*niem*	5,68
	wapniowa	^{0}*niem*	2,73
	magnezowa	^{0}*niem*	2,95
	węglanowa	^{0}*niem*	2.24
	stała	^{0}*niem*	3,44
CO_2 wolne		*mg/l*	123,0
P_H			6,0

Przyczyną trudności ruchowych był więc wolny dwutlenek węgla, reagujący na żelazo, które przechodziło do roztworu. Po ogrzaniu, ilość CO_2 ulegała w wodzie zmniejszeniu, kwasowość wody malała, co powodowało wypadnięcie związków żelaza pod postacią brunatnych osadów. Celem zapobiegnięcia korozjom i usunięcia wolnego CO_2 jedna z firm budujących aparaty do oczyszczenia wody zaprojektowała zastosowanie wieży rozbryzgowej do wstępnego usunięcia CO_2, a pozostałe wolne CO_2 byłoby usuwane za pomocą filtracji przez filtr magnezytowy. Próby laboratoryjne przeprowadzone przez Stowarzyszenie Dozoru Kotłów wykazały, że w omawianym wypadku można przez rozbryzg wodę odgazować mechanicznie do zawartości wolnego CO_2 równej 2,2 *mg/l*, a w dobrze wykonanej wieży rozbryzgowej ilość wolnego CO_2 może ulec zmniejszeniu do 5 — 7 *mg/l*. O ile ilość CO_2 przynależnego do twardości węglanowej jest większa od 5 — 7 *mg/l*, wówczas pozbawienie wody CO_2 będzie powodować powstawanie kamienia z powodu wypadnięcia twardości węglanowej. Ze względu na niską twardość węglano-

wą — 2,24⁰ niem., prawie cała ilość wolnego CO_2 jest agresywna wobec żelaza i $CaCO_3$ i powinna być usunięta. Usunięcie wolnego CO_2 za pomocą filtracji przez magnezyt zachodzi według równania:

$$MgO + 2CO_2 + H_2O = Mg(HCO_3)_2$$

Z reakcji widać, że wzrasta twardość węglanowa o tę samą ilość *mval/l* ile wolnego CO_2 zostaje powiązane przez magnezyt. Koszt masy magnezytowej wynosi 45 *gr/kg,* przy czym 1 *kg* masy może powiązać 2,2 *kg* wolnego CO_2. Dla porównania podajemy, że 1 *kg* wapna CaO 80%-go kosztuje 3 *gr/kg* i wiąże ok. 1 *kg* wolnego CO_2. Usunięcie wolnego CO_2 przez dodawanie wapna jest bardziej kłopotliwe, niż filtracja przez magnezyt; jest jednak, jak widać, znacznie tańsze.

Inż. H. GÓRECKI

PRZELICZENIE PODGRZANIA WODY W PODGRZEWACZACH Z WARUNKÓW POMIAROWYCH NA WARUNKI GWARANCYJNE.

Gwarancje cieplne odnośnie podgrzewaczy kotłowych nieraz są sformułowane w ten sposób, że dostawca gwarantuje podgrzewanie o pewną ilość stopni ustalonego co do wielkości i temperatury początkowej przepływu wody dla określonego również co do wielkości i temperatury początkowej przepływu spalin.

Ponieważ podczas pomiarów odbiorczych warunki pracy podgrzewacza zazwyczaj odbiegają od ustalonych w gwarancjach, przeto, aby ostatecznie orzec, czy gwarancje zostały dotrzymane, zachodzi potrzeba przeliczania wyników pomiarowych na warunki gwarancyjne. W dalszym ciągu zostaną wyprowadzone wzory, które takie przeliczenia umożliwiają.

Wprowadzamy następujące oznaczenia:

G — *kg/h* — przepływ wody przez podgrzewacz,
Q — *kcal/h* — strumień ciepła przechodzący ze spalin do wody.
F — m^2 — powierzchnia ogrzewalna podgrzewacza,
f — m^2 — wolny przekrój w podgrzewaczu dla przepływu spalin, mierzony w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku szybkości,
w — *m/sek* — średnia szybkość spalin w podgrzewaczu,
Θ_1 — ^0C — temperatura spalin przed podgrzewaczem (początkowa),
Θ_2 — „ — temperatura spalin za podgrzewaczem (końcowa),
$\Delta\Theta$ — „ — $= \Theta_1 - \Theta_2$ — spadek temperatury spalin w podgrzewaczu,
t_1 — „ — temperatura wody przed podgrzewaczem (początkowa),
t_2 — „ — temperatura wody za podgrzewaczem (końcowa),
Δt — „ — $= t_2 - t_1$ — podgrzanie wody w podgrzewaczu,
$\Delta\vartheta$ — „ — $= \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2} - \frac{t_1 + t_2}{2}$ — średnia arytmetyczna różnic temperatur wody oraz spalin na początku i na końcu podgrzewacza,
k - $kcal/m^2hC$ - średnia wartość współczynnika przenikania ciepła ze spalin do wody,
C_p - $kcal/Nm^3C$ - średnie ciepło właściwe spalin przy stałym ciśnieniu,
η_e — — sprawność podgrzewacza.
B — *kg/h* — natężenie spalania paliwa w palenisku,
W — *kcal/kg* — wartość opałowa (dolna) paliwa,
η_p — — sprawność paleniska,
n — — nadmiar powietrza w spalinach przed podgrzewaczem,
v — Nm^3/kg — ilość spalin (0°, 760 *mm Hg*) z 1 *kg* paliwa,
V — Nm^3/h — przepływ spalin (0°,760 *mmHg*) przez podgrzewacz,

Poza tym symbole „*gw*" i „*p*" umieszczono na dole powyższych oznaczeń będą oznaczać: „*gw*"—warunki gwarancyjne a „*p*"—warunki pomiarowe. Np. W_{gw} = wartość opałowa paliwa ustalona w umowie gwarancyjnej; W_p = wartość opałowa paliwa, które było użyte podczas pomiarów odbiorczych.

Zakładamy, iż brzmienie gwarancji jest następujące: Dostarczony podgrzewacz będzie podgrzewał G_{gw} (*kg/h*) wody z temperatury t_{1gw} (*C*) do temperatury t_{2gw} (*C*), jeżeli w palenisku będzie się spalać B_{gw} (*kg/h*) paliwa o wartości opałowej W_{gw} (*kcal/kg*) ze sprawnością η_{pgw} i jeżeli bezpośrednio przed podgrzewaczem spaliny będą posiadać temperaturę Θ_{1gw} (*C*) przy nadmiarze powietrza n_{gw}.

Zamiast dwuch ostatnich zdań warunkowych „jeżeli i t. d.” może być również takie ujęcie gwarancji:

„jeżeli spaliny przed podgrzewaczem będą posiadać temperaturę Θ_{1gw} (C), a ich przepływ przez podgrzewacz wyniesie $V(Nm^3/h)$”.

Przyjmujemy dalej, że pomiary odbiorcze podgrzewacza przeprowadzono w warunkach: spalono paliwa B_p kg/h, o wartości opałowej W_p $kcal/kg$, ze sprawnością η_{pp}, temperatura spalin przed podgrzewaczem wynosiła Θ_{1p} C, a nadmiar powietrza n_p, wykazały, iż przepływająca woda w ilości G_p kg/h była podgrzewana z temperatury t_{1p} C do temperatury t_{2p} C.

Czy gwarancja została dotrzymana?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, musimy, biorąc za podstawę wyniki pomiarowe, wyznaczyć temperaturę wody wychodzącej z podgrzewacza (oznaczamy ją przez t^*_{2gw}), którą otrzymalibyśmy, gdyby zamiast warunków (I):

$$B_p,\ W_p,\ \eta_{pp},\ \Theta_{1p},\ n_p,\ G_p,\ t_{1p},$$

podgrzewacz pracował w warunkach (II).

$$B_{gw},\ W_{gw},\ \eta_{pgw},\ \Theta_{1gw},\ n_{gw},\ G_{gw},\ t_{1gw}.$$

Oczywiście, jeżeli

$$t^*_{2gw} \geqslant t_{2gw}$$

względnie

$$t^*_{2gw} - t_{1gw} \geqslant t_{2gw} - t_{1gw}$$

to gwarancje zostały dotrzymane, natomiast, jeżeli

$$t^*_{2gw} < t_{2gw}$$

względnie

$$t^*_{2gw} - t_{1gw} < t_{2gw} - t_{1gw}$$

to przegrzewacz nie czyni zadość gwarancjom.

Oznaczamy jeszcze dodatkowo rzeczywiste wartości wielkości „Q”, „w”, „Θ_2”, „Δt” i „k” dla przypadku, gdy podgrzewacz będzie pracował w warunkach (II), odpowiednio przez Q^*_{gw}, w^*_{gw}, Θ^*_{2gw}, Δt^*_{gw} i k^*_{gw}.

Celem wyznaczenia podgrzania wody $\Delta t^*_{gw} = t^*_{2gw} - t_{1gw}$ w zależności od zmiennych (I) i (II) oraz współczynników k^*_{gw} i k_p mamy następujące równania:

dla warunków gwarancyjnych (II):

$$Q^*_{gw} = \eta_{egw} \cdot \eta_{pgw} \cdot B_{gw} \cdot v_{gw} \cdot C_{pgw} (\Theta_{1gw} - \Theta^*_{2gw}) \quad (1)$$

$$Q^*_{gw} = G_{gw}\ (t^*_{2gw} - t_{1gw}) \ . \ . \ . \quad (2)$$

$$Q^*_{gw} = k^*_{gw} \cdot F \cdot \left| \frac{\Theta_{1gw} + \Theta^*_{2gw}}{2} - \frac{t_{1gw} + t^*_{2gw}}{2} \right| {}^{1)} \quad (3)$$

dla warunków pomiarowych (I):

$$Q_p = \eta_{ep} \cdot \eta_{pp} \cdot B_p \cdot v_p \cdot C_{pp} (\Theta_{1p} - \Theta_{2p}) \ . \quad (4)$$

$$Q_p = G_p\ (t_{2p} - t_{1p}) \ . \ . \ . \ . \quad (5)$$

$$Q_p = k_p \cdot F \cdot \left| \frac{\Theta_{1p} + \Theta_{2p}}{2} - \frac{t_{1p} + t_{2p}}{2} \right| {}^{1)} \ . \quad (6)$$

Z tych sześciu równań przez zwykłe przeróbki algebraiczne otrzymamy:

$$\Delta t^*_{gw} = \frac{2 \cdot (\Theta_{1gw} - t_{1gw})}{\frac{G_{gw}}{G_p} \cdot \frac{\eta_{ep}}{\eta_{egw}} \cdot \frac{\eta_{pp}}{\eta_{pgw}} \cdot \frac{B_p}{B_{gw}} \cdot \frac{v_p}{v_{gw}} \cdot \frac{C_{pp}}{C_{pgw}} \cdot \frac{\Delta\Theta_p}{\Delta t_p} + 2 \cdot \frac{G_{gw}}{G_p} \cdot \frac{k_p}{k^*_{gw}} \cdot \frac{\Delta\vartheta_p}{\Delta t_p} + 1} \ . \ . \ . \quad (7)$$

Ponieważ z jednej strony prawie zawsze można przyjąć:

$$\eta_{ep} \simeq \eta_{egw}$$

$$\eta_{pp} = \eta_{pgw}$$

$$C_{pp} = C_{pgw}$$

z drugiej zaś strony

$$\frac{B_p \cdot v_p}{B_{gw} \cdot v_{gw}} = \frac{v_p}{v_{gw}},$$

przeto zasadniczy wzór powyższy uprości się i przybierze postać:

$$\Delta t^*_{gw} = \frac{2 \cdot (\Theta_{1gw} - t_{1gw})}{\frac{G_{gw}}{G_p} \cdot \frac{B_p}{B_{gw}} \cdot \frac{v_p}{v_{gw}} \cdot \frac{\Delta\Theta_p}{\Delta t_p} + 2 \cdot \frac{G_{gw}}{G_p} \cdot \frac{k_p}{k^*_{gw}} \cdot \frac{\Delta\vartheta_p}{\Delta t_p} + 1} \quad (8)$$

$$\Delta t^*_{gw} = \frac{2 \cdot (\Theta_{1gw} - t_{1gw})}{\frac{G_{gw}}{G_p} \cdot \frac{V_p}{V_{gw}} \cdot \frac{\Delta\Theta_p}{\Delta t_p} + 2 \cdot \frac{G_{gw}}{G_p} \cdot \frac{k_p}{k^*_{gw}} \cdot \frac{\Delta\vartheta_p}{\Delta t_p} + 1} \quad (8a)$$

Wzór (8a) stosujemy w tych przypadkach, gdy przepływ spalin jest wyznaczany na drodze bezpośrednich pomiarów.

We wzorach (8) i (8a) wszystkie wielkości [2]) są znane z wyjątkiem współczynnika k^*_{gw}, który wogóle jest zależny od t^*_{2gw}, mamy przeto uwikłaną matematyczną zależność. Sytuacja upraszcza się znakomicie, jeżeli zakładając $k^*_{gw} = k_p$ w konsekwencji otrzymamy $\Delta\vartheta_{gw} = \Delta\vartheta_p$ oraz $w^*_{gw} = w_p$, ponieważ wtedy mamy faktycznie $k^*_{gw} = k_p$. W innych przypadkach, t. j. gdy $k^*_{gw} \neq k_p$, musimy mieć dodatkowo — najlepiej w postaci graficznej — zależność „k” od „w” oraz „$\Delta\vartheta$”.

[1]) Przyjęcie za średnią różnicę temperatur pomiędzy spalinami i wodą średniej arytmetycznej różnic temperatur obu mediów na początku i na końcu podgrzewacza kotłowego jest dopuszczalne.

[2]) k_p można wyznaczyć z równania (6).

Odpowiedni wykres rzeczoznawca albo wyznacza sam doświadczalnie albo też tylko sprawdza krzywe dostarczone dla danego podgrzewacza przez dostawcę. Omawiana zależność daje nam teoretycznie równanie:

$$k^*_{gw} = \varphi(w^*_{gw}, \Delta\vartheta^*_{gw}) \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Poza tym mamy równania:

$$w^*_{gw} = \eta_{pgw} \cdot B_{gw} \cdot v_{gw} \frac{273 + \frac{\Theta_{1gw} + \Theta^*_{2gw}}{2}}{3600 \cdot 273 \cdot f} \quad (10)$$

$$\Delta\vartheta^*_{gw} = \frac{\Theta_{1gw} + \Theta^*_{2gw}}{2} - \frac{t_{1gw} + t^*_{2gw}}{2} \quad . \quad (11)$$

$$\frac{G_{gw}(t^*_{2gw} - t_{1gw})}{G_p(t_{2p} - t_{1p})} = \frac{B_{gw} \cdot v_{gw}}{B_p \cdot v_p} \frac{\Theta_{1gw} - \Theta^*_{2gw}}{\Theta_{1p} - \Theta_{2p}}{}^{1)} \quad (12)$$

Układ równań 8, (8a), 9, 10, 11 i 12 pozwala nam — najprościej metodą kolejnych przybliżeń—obliczyć Δt^*_{gw}.

Przykład.

Gwarancje udzielone.	*Wyniki pomiarowe.*
$B_{gw} = 4140\ kg/h$	$B_p = 3515\ kg/h$
$W_{gw} = 4000\ kcal/kg$	$W_p = 4680\ kcal/kg$
$n_{gw} = 1{,}6$	$n_p = 1{,}7$
$\Theta_{1gw} = 360\ C$	$\Theta_{1p} = 350\ C$
$t_{1gw} = 60\ C$	$\Theta_{2p} = 210\ C$
$t_{2gw} = 130\ C$	$t_{1p} = 54\ C$
$G_{gw} = 18000\ kg/h$	$t_{2p} = 129\ C$
	$G_o = 18180\ kg/h$

Według wykresów Rosin-Fehlinga [2]) otrzymamy:

$$v_{gw} = 7{,}9\ Nm^3/kg \qquad v_p = 9{,}3\ Nm^3/kg$$

Zakładamy $k^*_{gw} = k_p$, wobec czego wypadnie:

$$\Delta t^*_{gw} = \frac{2\,(360 - 60)}{\frac{18000}{18180} \cdot \frac{3516}{4140} \cdot \frac{9{,}3}{7{,}9} \cdot \frac{350-210}{129-54} + 2\,\frac{18000}{18180} \cdot \frac{188}{129-53} + 1} = 77\ C$$

czyli

$$t^*_{2gw} = t_{1gw} + \Delta t^*_{gw} = 60 + 77 = 137\ C.$$

Temperaturę Θ^*_{2gw} obliczamy z równania (12):

$$\frac{G_{gw}(t^*_{2gw} - t_{1gw})}{G_p(t_{2p} - t_{1p})} = \frac{B_{gw} \cdot v_{gw}}{B_p \cdot v_p} \cdot \frac{(\Theta_{1gw} - \Theta^*_{2gw})}{(\Theta_{1p} - \Theta_{2p})}$$

skąd

$$\Theta_{1gw} - \Theta^*_{2gw} = \frac{18000}{18180} \cdot \frac{137-60}{129 \quad 54} \cdot \frac{3516 \cdot 9{,}3}{4140 \cdot 7{,}9} \cdot$$

$$\cdot (350 - 210) = 142\ C$$

czyli

$$\Theta^*_{2gw} = 360 - 142 = 218\ C.$$

Zatem

$$\Delta\vartheta^*_{gw} = \frac{360 + 218}{2} - \frac{60 + 130}{2} = 194\ C.$$

Natomiast:

$$\Delta\vartheta_p = \frac{350 + 210}{2} - \frac{54 + 129}{2} = 188\ C.$$

Z drugiej strony mamy

$$\frac{w^*_{gw}}{w_p} = \frac{B_{gw} \cdot v_{gw}}{B_p \cdot v_p} \cdot \frac{273 + \frac{\Theta_{1gw} + \Theta^*_{2gw}}{2}}{273 + \frac{\Theta_{1p} + \Theta_{2p}}{2}} =$$

$$= \frac{4140 \cdot 7{,}9}{3516 \cdot 9{,}3} \cdot \frac{273 + \frac{360 + 218}{2}}{273 + \frac{350 + 210}{2}} = 1{,}02$$

Ponieważ praktycznie

$$\Delta\vartheta^*_{gw} = \Delta\vartheta_p$$

$$w^*_{gw} = w_p$$

przeto można przyjąć za słuszne początkowe założenie:

$$k^*_{gw} = k_p,$$

wobec czego ostatecznie:

$$t^*_{2gw} - t_{1gw} = 77\ C.$$

Gwarantowano podgrzanie wody w wysokości

$$t_{2gw} - t_{1gw} = 130 - 60 = 70\ C.$$

zatem gwarancja została dotrzymana.

---

[1]) Równanie (12) otrzymano z zależności (1), (2), (4) i (5).

[2]) Das It-Diagramm der Verbrennung VDI-Verlag. GmbH 1929. Oczywiście ilość spalin z 1 kg węgla można obliczyć również na podstawie analizy elementarnej paliwa oraz analizy spalin.

KRONIKA TECHNICZNA.

a. Postępy elektryfikacji Anglii.[1])

Przed 10 laty pod względem rozwoju gospodarki elektrycznej, Anglia była krajem wybitnie zacofanym. Zużycie prądu mierzone w *kWh* względnie w *kWh* na głowę mieszkańca nie dorównywało nietylko Stanom Zjednoczonym Ameryki Półn. lub Niemcom lecz nawet i Francji. Przy pomocy CEB[2]), który powstał w 1927 roku na podstawie prawa o dostawie elektryczności z 1926 roku (Electricity Supply Act) Anglia wyrównała swe zaległości (pomimo, tego, że w ciągu tegoż dziesięciolecia elektryfikacja krajów kontynentalnych poczyniła dalsze i znaczne postępy). Chociaż i dzisiaj jeszcze niejedno wymaga uzupełnień i reform — szczególniej na odcinku rozprowadzenia prądu do odbiorców — Anglia posiada poważne szanse do zajęcia wśród innych krajów przemysłowych stanowiska przodującego.

Porównanie międzynarodowe 1925 — 1934.

Wyszczególnienie	Anglia	St. Zjed. A. P.	Niemcy		Francja	
	I[1])	I[2])	I[3])	II	I[4])	II
	1934/35	1933	1934		1934	
Moc zainstalowana (1000 *kW*)	7 785	36 038	8 107	13 325	—	10 419
Produkcja (*mio kWh*)	15 587	85 402	17 415	30 662	11 649	15 172
W tym elekrownie cieplne .	14 886	50 674	—	26 063	—	7 977
	1925/26	1925	1925			
Moc zainstalowana (1000 *kW*)	4 422	23 619	—	8 713	—	—
Produkcja . .	6 619	65 870	—	20 328	—	—

W marcu 1937 roku dwa zjawiska rozgraniczają do pewnego stopnia dwa etapy reorganizacji gospodarki elektrycznej w Anglii. Są to zastosowania gospodarki zespolonej i unormowanie rozdziału energii elektrycznej. Sprawozdanie CEB za r. 1936 wykazało że Grid (sieć angielskich szyn zbiorczych) przeszła z okresu organizacyjnego do okresu normalnej eksploatacji. CEB wykazał w r. 1936 po raz pierwszy czysty dochód w wysokości *Ł*. 1,7 *mio* osiągający wysokość rocznych kosztów obsługi kredytów, które stosownie do ustawy aż do roku 1940 mogą być dobijane do kapitału dłużnego. Amortyzacja kredytów następować miała również dopiero od 1940 roku. Pożyczki zaciągnięte na budowę Gridu wraz z wszelkimi urządzeniami pomocniczymi wyniosły 35 *mio Ł*. Oprocentowanie ich w ostatnim roku kosztowało 1,52 *mio Ł*. Oprocentowanie to na pięć lat przed przewidzianym w ustawie terminem mogło być w znacznej swej części pokryte z osiągniętych zysków. Dalsza kwota kosztów oprocentowania pożyczek opiewających na 20 *mio Ł* zaciągniętych na ujednostajnienie częstotliwości, która wynosi 0,68 *mio Ł* nie obciąża już CEB. Ma ona być pokryta zbiorowo przez przemysł elektrifikacyjny (na razie pokryto ją prowizorycznie z funduszu zwalczania bezrobocia). Inwestycje CEB nie wykroczą wiele ponad 35 *mio Ł*. W r. 1936 bowiem w eksploatacji znajdowały się już wszystkie siedem okręgów Grid'u w Anglii i w Walii z wyjątkiem okręgu północno-wschodniej Anglii. Z pośród trzech okręgów szkockich w eksploatacji był okręg dolnej Szkocji. (Północna górzysta Szkocja nie wchodzi w skład Grid'u). Nowe inwestycje mogą być potrzebne jedynie w związku ze wzrostem zapotrzebowania na prąd elektryczny (w szczególności po za obrębem wielkich miast).

Finansowe wyniki działalności Centralnego Urzędu Elektrycznego CEB.

w 1000 *Ł*	1936	1935	1934	1933
Wpływy ze sprzedaży prądu	—	22 730	18 138	3 651
Zakup prądu	—	20 613	17 280	3 471
Wydatki: Zarząd . . .	—	404	295	56
Straty w sieci	—	613	479	118
Nadwyżka wpływów . . .	1 689	1 087	96	6
Na opłatę oprocentowania	1 131	—	—	—
Na umorzenie długu . . .	250	66	10	2
Na rezerwę kasową	308	1 021	86	4

Drugim zjawiskiem demarkacyjnym było oświadczenie ministra transportów, że rząd angielski skłonny jest w zasadzie przyjąć do wykonania zalecenia komisji Mc Gowan'a w zakresie organizacji rozdziału prądu pomiędzy odbiorców. Rząd nie zamierza występować z projektem odnośnych przepisów prawnych w czasie najbliższym jedynie ze względu na pragnienie wysłuchania poglądów sfer bezpośrednio zagadnieniem zainteresowanych.

Aż do roku 1926 pomimo wieloletnich dyskusyj nie uczyniono nic co skutecznie przeciwdziałać by mogło istniejącym w kierunku elektryfikacji kraju hamulcom. W owym czasie istniało przeszło 600 przedsiębiorstw elektrowniach. Każde z takich przedsiębiorstw dysponowało przeważnie jedynym (niewielkich rozmiarów) zakładem wytwórczym. Jak w innych gałęziach przemysłu angielskiego zamiłowanie do samodzielności utrudniało wszelkie zamierzenia jednoczące i racjonalizujące. Poszczególne elektrownie nie posiadały połączeń sieciowych, których budowę utrudniało zresztą obowiązujące prawodawstwo prawa drogowego, nie uznające wywłaszczenia z urzędu na linie przewodów dalekobieżnych. Elektrownie, obsługujące przeważnie potrzeby oświetlenia elektrycznego (w godzinach rannych i wieczornych), nie miały przeto możności wymieniać prądu z elektrowniami o obciążeniu przemysłowym (dziennym). Każda elektrownia zmuszona była do posiadania poważnej rezerwy dla pokrycia szczytowego zapotrzebowania energii. Brakowało nietylko gospodarki zespolonej, brakowało jakiejkolwiek w tym kierunku zachęty ponieważ elektrownie znaj-

[1]) por. Wirtschaftsdienst, 1937, str. 692/5.

[2]) Central Electricity Board.

[3]) Znak „I" oznacza wyłącznie elektrownie zawodowe, znak „II" — elektrownie zawodowe i przemysłowe łącznie.

dujące się przeważnie w posiadaniu prywatnym musiały liczyć się z tym że w ciągu 21 lub 42 lat po uruchomieniu zakładu odnośne gminy miały prawo wykupu każdej elektrowni (w r. 1926 przeszło 50% elektrowni znajdowało się w posiadaniu gmin). W tych warunkach nie można było liczyć na to, że powolny, odbywający się w ciągu dłuższego okresu czasu wzrost zapotrzebowania pokryje wysokie jednorazowe koszty, związane z ujednostajnieniem natężenia i rodzaju prądu Przemysł elektrotechniczny zmuszony był do produkowania wszystkich części składowych instalacyj elektrycznych — aż do żarowek — w niezliczonych odmianach, zamiast racjonalnej znormalizowanej produkcji masowej. Przy każdej zmianie miejsca pobytu (a w większych miastach nawet zmianie mieszkania i dzielnicy miasta) każdy konsument energii elektrycznej zmuszony był do zakupowywania nowego elektrosprzętu. Z powyższych względów, które powodowały drożyznę prądu (przy bardzo różnorodnych taryfach) oraz podnosiły koszty instalacji i sprzętu większa część gospodarstw domowych nie decydowała się na korzystanie z energii elektrycznej.

Wprowadzenie gospodarki zespolonej miało za zadanie spowodowanie zasadniczego przełomu. Wymiana prądu pomiędzy zakładami obsługującymi różnorodnych odbiorców pozwoli na lepsze wyzyskanie posiadanych rezezw instalacyjnych i na wyzyskanie sprawniejszych zakładów. Wynikająca ztąd obniżka ceny prądu stanowi najskuteczniejszą propagandę dla rozwoju spożycia prądu. Wzrost zapotrzebowania może być na szereg lat pokryty bez potrzeby uciekania się do nowych inwestycyj, jedynie przez pełniejsze wyzyskanie rezerw istniejących, pomimo możliwości unieruchomienia najmniej racjonalnie pracujących zakładów. W innych krajach cel ten osiągnięty został w drodze zrzeszania się przemysłu elektrycznego w koncerny znajdujące się pod opieką i kontrolą państwa. W Anglii koncerny nie są popularne ani u przedsiębiorców ani u publiczności. Społeczeństwo nie lubi również interwencji państwa w prywatne życie gospodarcze, o ile interwencja taka nie jest ściśle ograniczona i nie sprowadza się do czynności raczej normujących. Wobec tego i w danym wypadku zastosowana została typowo angielska metoda postępowania w tym celu by prądowi elektrycznemu stworzyć odpowiedni do właściwości tej formy energii rynek zbytu. Państwo zapewnia przy tym jedynie zbyt i kierownictwo rynku pozostawiając poza tym wolną grę prawu popytu i podaży, z tymi niezliczonymi jedynie ograniczeniami, które są konieczne ze względu na właściwości elektrycznego towaru.

CEB jest klasycznym przykładem przedsiębiorstwa użyteczności publicznej, organizacji zaopatrzonej przez państwo w szereg przywilejów, nie nastawionej jednak na osiąganie zysków. Oprocentowanie i amortyzację zaciągniętych przez CEB pożyczek gwarantuje Skarb Państwa. CEB nie ma w zasadzie prawa posiadać albo prowadzić ani wytwórni ani rozdzielni prądu. Jedynym zakładem CEB jest Grid, czyli zbudowana przez CEB sieć przewodów zbiorczych. CEB posiada wyłączne prawo budowy linij dalekobieżnych bardzo wysokiego napięcia, nie może jednak zmusić żadnego odbiorcy do pobierania prądu za jego pośrednictwem zamiast wprost od poszczególnych wytwórców. Zakłady wytwórcze wybrane przez CEB są natomiast zobowiązane do odsprzedaży całkowitej produkcji do sieci CEB. Obliczenie ceny sprzedażnej odbywa się na podstawie ustalonego klucza. Dodatkowo wytworzona energia, która znalazła zastosowanie jedynie dzięki zmniejszeniu rezerw instalacyjnych przez Grid zostaje przy tym obciążona jedynie kosztami zmiennymi (paliwo, woda, naprawy i t. p.), podczas gdy koszty stałe (oprocentowanie kapitału, zarząd) muszą znaleźć swe pokrycie w tej części produkcji, która istniała przed powstaniem Gride'u. Tylko z tej ostatniej części produkcji elektrownia ma prawo odkupić od CEB część prądu po cenach ustalonych z CEB w celu ewentualnego bezpośredniego zaopatrywania swych odbiorców. Dopiero przy instalowaniu nowych zespołów wytwórczych ustawianych na potrzeby i na żądanie Grid'u elektrownia ma prawo uwzględniać przy ustalaniu cen jednostkowych prądu koszty stałe. W tym jednak wypadku przy odkupywaniu od CEB przez elektrownię części prądu dla bezpośredniej obsługi odbiorców w stosunkach pomiędzy elektrownią a odbiorcą obowiązuje ogólnie wprowadzona taryfa Grid'u. Wyróżnione elektrownie CEB dzieli na trzy klasy. Najbardziej nowoczesne i najracjonalniej zaprojektowane zakłady utrzymywane są w stałym ruchu i przy pełnym obciążeniu. Zakłady mniej ekonomiczne zostają wyłączone z ruchu w okresach letnich i świątecznych. Jeszcze drożej pracujące zakłady stanowią rezerwę uruchamianą wyłącznie w celu pokrywania obciążeń szczytowych (ponieważ bowiem istnieją, zastosowanie ich jako rezerwy na pokrycie szczytów, wypada taniej niż budowa w tym celu nowych zakładów, pozwalających na szybkie uruchomienie i wymagających minimalnej obsługi). Elektrownie nie wyróżnione, a więc nie połączone z Grid'em — o ile koszt wytwarzania prądu przewyższać będzie stosowaną przez Grid taryfę — dążyć będą do unieruchomienia swych instalacyj wytwórczych i do poprzestania jedynie na czynnościach rozdzielczych.

Dla właściwej oceny systemu państwowych szyn zbiorczych należy pamiętać, że elektryczne zakłady wytwórcze w Anglii są prawie wyłącznie siłowniami termicznymi. W 1937 r Wielka Brytania posiadała zaledwie dziewięć zakładów wodnych. Trzy takie zakłady znajdowały się w półn. Walii (dwa należały do Grid'u, jeden do Aluminium Corp.), jeden w południowej Szkocji (niedawno wykończony zakład w Galloway stanowiący część składową Grid'u) i pięć zakładów wodnych w północnej Szkocji) z tego trzy zakłady stanowiące własność British Aluminium Co.). Zasada gospodarki zespolonej krajów kontynentalnych polegająca na odpowiednim sprężeniu wodnych i cieplnych zakładów wytwórczych, w Anglii nie znajduje zastosowania. Poza tym rozkład zagłębi węglowych Anglii oraz właściwości jej morskich połączeń sprawiają, że każdy prawie większy okręg przemysłowy posiada odpowiednie złoża węgla kamiennego na których pracować może elektrownia okręgowa. Z czysto technicznego zatem punktu widzenia państwowe szyny zbiorcze CEB w warunkach angielskich mogły by być uważane za zbędne. Wystarczyła by regionalna gospodarka zespolona. Rola Grid'u stwarzające jednolite warunki dostawy prądu odegrała jednak poważną przy decyzji rolę. Ponadto zagadnienie techniczne przestało dzi-

siaj być aktualne i ze względu na stanowisko jakie zajął minister obrony narodowej Sire Thomas Inskip. Minister ten zwrócił ostatnio uwagę na obronne znaczenie elektryfikacji kraju. Już w dzisiejszych warunkach przemysł pracujący na obronę kraju zużywa więcej energii niż podczas wielkiej wojny. Istnienie Grid'u zabezpiecza w miarę ludzkich możliwości dostawę prądu nawet w razie wojny.

Zakładom rozprowadzających energię elektryczną CEB sprzedaje prąd na warunkach ujednostajnionej taryfy. Ujednostajnienie cen hurtowych nie doprowadziło jednak dotychczas do unormowania cen detalicznych obowiązujących poszczególnych odbiorców. Obniżka ceny hurtowej za *kWh* z 1 pensa do 0,5 pensa przyczyniła się dotychczas do obniżenia kosztów poboru energii elektrycznej dla większych przemysłowych odbiorców prądu. W gospodarstwie domowym jak dotychczas nastąpiła poprawa jedynie w związku ze znormalizowaniem sprzętu elektrycznego.

Realizacja gospodarki zespolonej odegrała w okresie przeżywanego przez Anglię kryzysu rolę czynnika ożywiającego obroty przemysłowe. Wykonanie dostaw elektrycznych i roboty budowlane zajęły przeważnie rok 1929. W roku 1933 rozpoczęta została eksploatacja dwóch okręgów CEB. W r. 1937 uruchomiono dla normalnej eksploatacji dwa ostatnie okręgi sieci państwowych, mianowicie okręg południowej Szkocji po ukończeniu zakładu wodnego Galloway Works i okręg północno-wschodniej Anglii po ukończeniu standaryzacji częstotliwości prądu (na co w tym tylko okręgu wydatkowano 9 mio Ł.). Coprawda w latach 1931—1933, podczas uruchomienia istniejących w elektrowniach rezerw odpadły zamówienia na nowe zespoły wytwórcze. Na ich miejsce przyszły jednak zamówienia CEB a pośrednio zatrudnienie przemysłu wywołane szybkim wzrostem zapotrzebowania prądu w przemyśle i w gospodarstwie domowym. Od 1934 r. nastąpiła nowa seria prac poświęconych instalacjom nowych siłowni lub rozbudowie istniejących siłowni Grid'u. Ogólna wartość tych robót i dostaw wynosiła w ciągu trzech lat 1934—1936—25 mio Ł. Ponieważ w okresie 1937—1939 przewiduje się dalszą rozbudowę mocy zainstalowanej, a mianowicie z 8,3 na 9,3 mio *kW* przemysł winien być przygotowany na wykonanie takiej samej ilości inwestycyj. Grid składał się w końcu 1936 r. z 2900 mil przewodów b. wysokiego napięcia (132 000 *V*) i z 1 225 mil przewodów średnio-wysokiego napięcia (66 000 i 33 000 *V*). Sieć Grid'u zasilało 137 elektrowni o łącznej mocy zainstalowanej 7,2 mio *kW*. 50% łacznej produkcji prądu elektrowni zawodowych Anglii pochodziło z 28 elektrowni I klasy przynależnych do Grid'u. Pozostałe elektrownie Grid'u wyprodukowały 34% łącznej produkcji, a 326 elektrowni do Grid'u nie przyłączonych dało zaledwie 16% pozostałej produkcji rocznej. Minister transportów zwraca szczególną uwagę na następujące wyniki działalności CEB: Unieruchomiono 100 przestarzałych zakładów wytwórczych; przeprowadzono powszechnie standaryzację częstotliwości. Rezerwy w mocy zainstalowanej, której poprzednio wynosiły 73% maksymalnego zapotrzebowania, sprowadzone zostały do 40% tego zapotrzebowania i będą dalej zmniejszane. Ceny jednostkowe dla hurtowej sprzedaży spadły o 50%.

Wynikiem pracy od 1929 do 1936 r. jest wzrost zapotrzebowania energii elektrycznej o 95% wobec światowego wzrostu o zaledwie 35%. W pierwszym kwartale 1937 r. sprzedaż prądu wzrosła z 5 547 na 6 194 mio *kW* (12%).

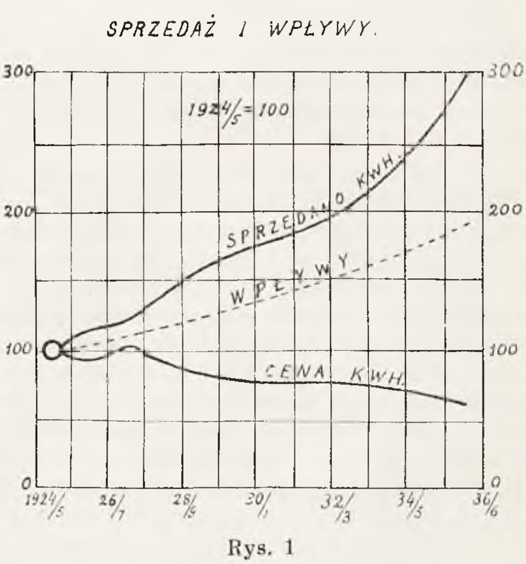
Produkcja prądu w elektrowniach zawodowych w mio kWh.

1936	1935	1934	1933	1932	1931	1930	1929	1925
20 220	17 568	15 459	13 562	12 241	11 420	10 920	10 294	5 515

Elektrownie zawodowe Wielkiej Brytanii (warunki pracy).

Rok	Moc zainstalowan w 1000 kW.	Największe zapotrzeb. w 1000 kW.	Rezerwa mocy %	Sprawność term. %	Moc przył. siln. w 1000 kW.	Liczba odbiorców w 1000
1935	7 7-0	5 335	47%	20,1%	16 427	7 000
1936	4 422	2 578	73%	13,4%	7 301	2 008

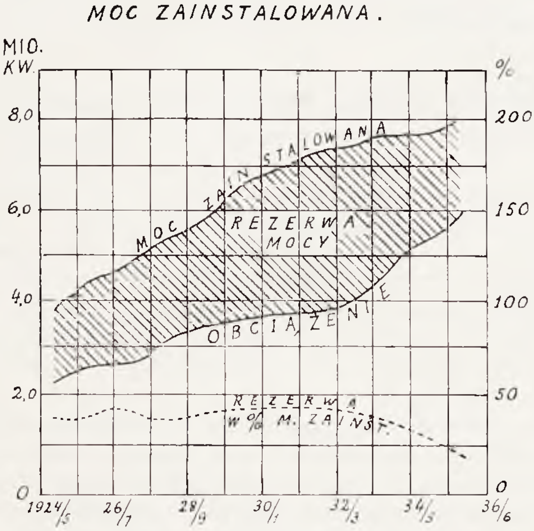
Załączone wykresy (rys. 1 i 2) zapożyczone z pisma „*The Economist, z 19 czerwca 1937*", charakteryzują rozwój przemysłu elektryfikacyjnego w Anglii. Rys. 1 wskazuje w liczbach względnych ilość prądu sprzedaną



Rys. 1

przez upoważnione elektrownie odbiorcom, ogólne wpływy za prąd sprzedany oraz ceny jednostkowe za *kWh* w okresie od 1924/5 do 1935/6 roku. Spadkowi cen jednostkowych towarzyszy znaczny wzrost ilości jednostek sprzedanych oraz znacznie większe wpływy ze sprzedaży. Z rys. 2 wynika, że wzrost zapotrzebowania prądu wywołał wzrost mocy zainstalowanej w elektrowniach publicznych. Aż do roku 1931/2 moc instalacyj w elektrowniach wzrastała szybciej od zbytu prądu. W stosunku do roku 1924/5 moc zainstalowana wzrosła o 93,5% a sprzedaż prądu zaledwie o 86%. Od r. 1931/2 jednak sprzedaż wzrasta znacznie szybciej od mocy zainstalowanej. W r. 1935/6 zbyt prądu w stosunku do r. 1924/5 wzrósł o 195%, podczas gdy moc

zainstalowana powiększyła się zaledwie o 118%. Do osiągnięcia tak korzystnych wyników przyczyniła się sieć elektryczna łącząca poszczególne elektrownie i pozwalająca im na zmniejszenie rezerw mocy zainstalowanej. Rezerwa ta mierzy się różnicą pomiędzy mocą zainstalowaną a najwyższym czyli szczytowym obciążeniem. Przedstawia ją na wykresie powierzchnia zacieniowana. Szczytowe obciążenie wzrosło w tej



Rys. 2

samej mierze co zbyt prądu. Pożytek płynący z powstania sieci elektrycznych przedstawia krzywa charakteryzująca spadek rezerwy mocy wyrażony w %% mocy zainstalowanej.

W kierunku ujednostajnienia dostawy prądu detalicznym odbiorcom osiągnięto jak dotąd niewiele. Sprawozdanie komisji Mc Gowan'a złożone parlamentowi w czerwcu 1936 r. stwierdza na marzec 1934 r. stan rzeczy następujący. W rozprowadzeniu prądu brały udział 628 zakładów. Obroty roczne poszczególnych zakładów wahały się od kilku tysięcy do połowy miliarda *kWh.* Nie mniej niż 66% zakładów rozdzielczych obsługiwało 10% zapotrzebowania prądu. Oprócz różnic w charakterystyce samego prądu znajdowały zastosowania 43 różne napięcia prądu od 100 do 480 V. Ponieważ większość zakładów rozdzielczych obsługiwała bardzo ograniczone koło odbiorców taryfy na światło wahały się od 2 do 7 pensów za *kWh.* W samym Londynie obsługiwanym przez 82 przedsiębiorstwa ceny obowiązujące w różnych dzielnicach miasta t. zw. Wielkiego Londynu wahały się od 3,5 do 5 pensów za *kWh.*

Wnioski komisji Mc Gowan'a, które w zasadzie podziela rząd W. Brytanii sprowadzają się do tego, że uporządkowanie istniejących stosunków nie może być pozostawione dobrowolnemu zespoleniu się istniejących przedsiębiorstw. Niezbędny jest przymus prawny, przewidujący możliwość przejęcia funkcyj rozdzielczych przez organizacje publiczno-prawne. Charakterystycznym dla Anglii zjawiskiem jest, że właśnie wielka liberalistyczna prasa gospodarcza występuje pod adresem komisji z zarzutem braku odwagi.

b) Rozwój elektryfikacji w Szwajcarii[1]).

W kraju takim jak Szwajcaria, który prawie wcale nie posiada zasobów paliwa, obfituje jednak w siły wodne, wodne zakłady elektryczne i ich produkcja posiadają pierwszorzędne znaczenie gospodarcze. Energię zasobów wodnych Szwajcarii obliczają na 4 *mio KM.* Ok. 75% tej energii zostało już wyzyskane. W okresie 1934/35 szwajcarskie zakłady wodne — bez elektrowni wodnych kolejowych — wyprodukowały ok. 4 152 *mio kWh.* W roku 1935/36 produkcja wzrosła do 4 669 *mio kWh* i wzrasta w dalszym ciągu.

Związkowe Koleje stwierdzają w ostatnim swym sprawozdaniu, że zastosowanie elektryczności pozwoliło zaoszczędzić w stosunku rocznym 11 *mio* fr. szw. w porównaniu z paliwem węglowym. Z całej sieci kolejowej wynoszącej 1 800 mil, zelektryfikowano dotychczas 1 325 mil czyli prawie 74%. Zużycie energii elektrycznej wzrasta przy tym na kolejach z roku na rok. Koleje Związkowe przystąpiły przeto do budowy wielkiej siłowni wodnej na rzece Etzel w pobliżu jeziora Zurychskiego. Budowę tej siłowni rozpoczęto na siesieni 1934 roku, tworząc sztuczne jezioro o powierzchni 6 mil kw. zawierające 275 *mio* stóp^3 wody. Siłownia ma być uruchomiona na jesieni r. b. Obliczona jest na moc 120 000 *KM.* 45% tej energii zużytkowane zostanie na oświetlenie ogrzewanie i na potrzeby przemysłowe, 55% zaś pobierać będą Koleje Związkowe.

[1]) The Economist, 10 lipca 1937.

Druk. „Zgoda" J. Klimczak i S-ka. Zielna 47 Tel. 619-57.